Estructura geològica de la península de Formentor (Mallorca)

Bernadí GELABERT, Francesc SÀBAT i Antonio RODRÍGUEZ-PEREA

SHNB

SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

Gelabert, B., Sàbat, F. i Rodríguez Perea A. 1991. Estructura geològica de la península de Formentor (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 34: 85-94. ISSN. 0212-260X. Palma de Mallorca.

L'estructura de la Península de Formentor està composta per un sistema imbricat d'encavalcaments, amb un sentit principal de transport vers el NO. L'evolució estructural ve marcada per una estructuració prèvia al Miocè inferior ja que es documenten unes falles extensives premiocenes rejugades com encavalcaments durant la compressió SE-NO que té lloc al Miocè.
***Paraules clau**: Mallorca, Serra de Tramuntana, Península de Formentor, Estructura geològica, Encavalcament.*

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE FORMENTOR PENINSULA (MAJORCA). The geological structure of the Formentor Peninsula consists of an imbricate thrust system, with a main direction of transport towards the NW. The structural evolution is conditioned by a preMiocene structuration as documented here by the preMiocene extensional faults, which were inverted as thrust faults during Miocene SE-NW compression.
***Keywords**: Majorca, Tramuntana Range, Formentor Peninsula, Geological structure, Thrust.*

Bernadí GELABERT i Francesc SÀBAT. Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia. Universitat de Barcelona. E-08071, Barcelona.
Antonio RODRÍGUEZ-PEREA. Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. E-07071, Ciutat de Mallorca.

Recepció del manuscrit 23-des-91. Revisió acceptada, 18-mar-92

Introducció

L'objectiu d'aquest treball és descriure en detall l'estructura geològica de la península de Formentor, la qual està situada al extrem septentrional de la Serra de Tramuntana de Mallorca (Fig. 1).

L'illa de Mallorca constitueix una de les parts emergides del promontori balear, el qual segueix les estructures de les cadenes Bètiques. Diferents serralades i conques són presents a Mallorca. L'estructura global de l'illa consisteix en un conjunt de horts i semigrabens desenvolupats durant un periode d'extensió tectònica el qual ha estat actiu des del Miocè superior. L'estructura de les serres de Mallorca és bàsicament compressional ja que estan formades per

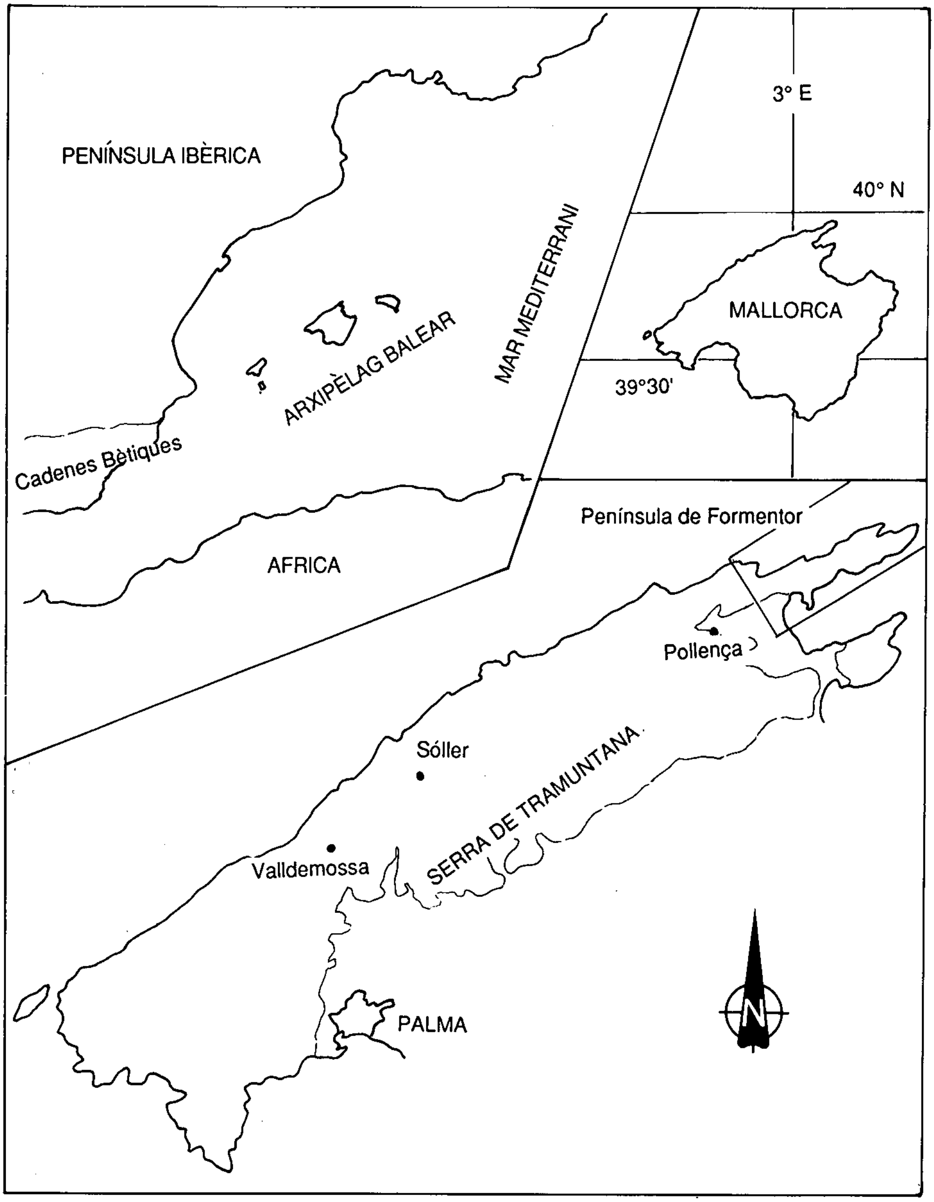


Fig. 1. Situació geogràfica de la península de Formentor.
Geographical location of the Formentor peninsula.

un sistema imbricat d'encavalcaments i plecs. L'edat dels encavalcaments ve donada pels materials sinorogènics que abarquen des del Oligocè superior fins al Miocè mig (Langià).

La Serra de Tramuntana està aliniada de SO a NE i té una llargària d'uns 90 km i una amplada de 15 km. Pel fet de tenir una estructura geològica i una sèrie mesozoica semblant se la considera la prolongació de les zones Subbètica externa i Prebètica interna -Sistema Bètic- (Suess, 1888-1909; Chauve et al., 1978).

Les diferències estratigràfiques de les sèries mesozoiques dins de la Serra de Tramuntana va portar a Fallot (1922), definir tres grans mantells de corriment limitats per encavalcaments amb una traça de direcció general SO-NE, paral.lela a l'aliniació muntanyosa. Aquesta divisió ha estat amb posterioritat lleugerament modificada (Alvaro i Del Olmo, 1984; Alvaro, 1987).

Materials

Els materials més antics que afloren a la península de Formentor pertanyen al Triàsic superior. Es tracta d'una alternància de dolomies i margues regionalment anomenades fàcies retiana.

El Juràssic només està representat pel Lias i està format per calcàries i dolomies massives. A l'àrea estudiada no hi són representats materials que van des del Juràssic mig fins al Paleogen, ambdós inclosos.

El Miocè és clarament discordant sobre els anteriors materials esmentats i està format per dues unitats (Rodríguez-Perea, 1984). La unitat inferior, anomenada Formació Calcarenites de Sant Elm, consisteix amb calcarenites i conglomerats de fàcies continentals, litorals i de plataforma, amb una edat Aquitanià-Burdigalià inferior (Rodríguez-Perea, 1984). La unitat superior, anomenada Formació Turbidites de Banyalbufar, està formada per una alternància de, principalment, calcarenites i margues, i està datada com Burdigalià superior-Langià (Rodríguez-Perea, 1984).

Estructura

Tal com es mostra al mapa geològic (Fig.2) i al tall compensat (Fig.3), l'estructura de la península de Formentor consisteix bàsicament en un sistema imbricat d'encavalcaments al bloc inferior dels quals s'hi troba un sinclinal asimètric. El sistema imbricat presenta un sentit general de transport cap al NO.

Descriurem a continuació els encavalcaments representats al mapa amb un ordre de SE a NO.

L'encavalcament més oriental és el que està localitzat al SE del Puig Fumat (Fig.2). Presenta una traça NE-SO i, com es pot veure a la Fig.4, té una geometria lístrica ja que es passa d'un tram basal amb un angle d'inclinació aproximat de 32°, a un angle de 61° al tram frontal. La làmina encavalcant presenta dues rampes laterals, les quals han estat interpretades com a tals a partir de les dades cartogràfiques, ja que no s'han trobat dades microestructurals que indiquin el moviment lateral. De fet podien ser interpretades com encavalcaments «fora de seqüència» però degut a la uniformitat en la traça de l'encavalcament general (la part frontal és quasi bé una línia recta, d'orientació NE-SO), s'han interpretats com rampes laterals.

El següent encavalcament a

Veure plànol adjunt

Fig. 2.- Mapa geològic de la península de Formentor. A-A' i A'-A", sectors del tall geològic de la Fig.3. R, Triàsic superior (fàcies retiana); L, Liàsic; N1, Fm. Calcarenites de St. Elm -Aquitanià-Burdigalià inferior- ; N2, Fm. Turbidites de Banayalbufar -Burdigalià superior-Langià- ; Q, Quaternari.
Geological map of the Formentor Peninsula. A-A' and A'-A", sectors of the cross-section of Fig.3. R, Upper Triassic (Rhaetian facies); L, Liasic; N1, Fm. Calcarenites of St. Elm -Aquitanian-Lower Burdigalian-; N2, Fm. Turbidites of Banyalbufar -Upper Burdigalian-Langhian-; Q, Quaternary.

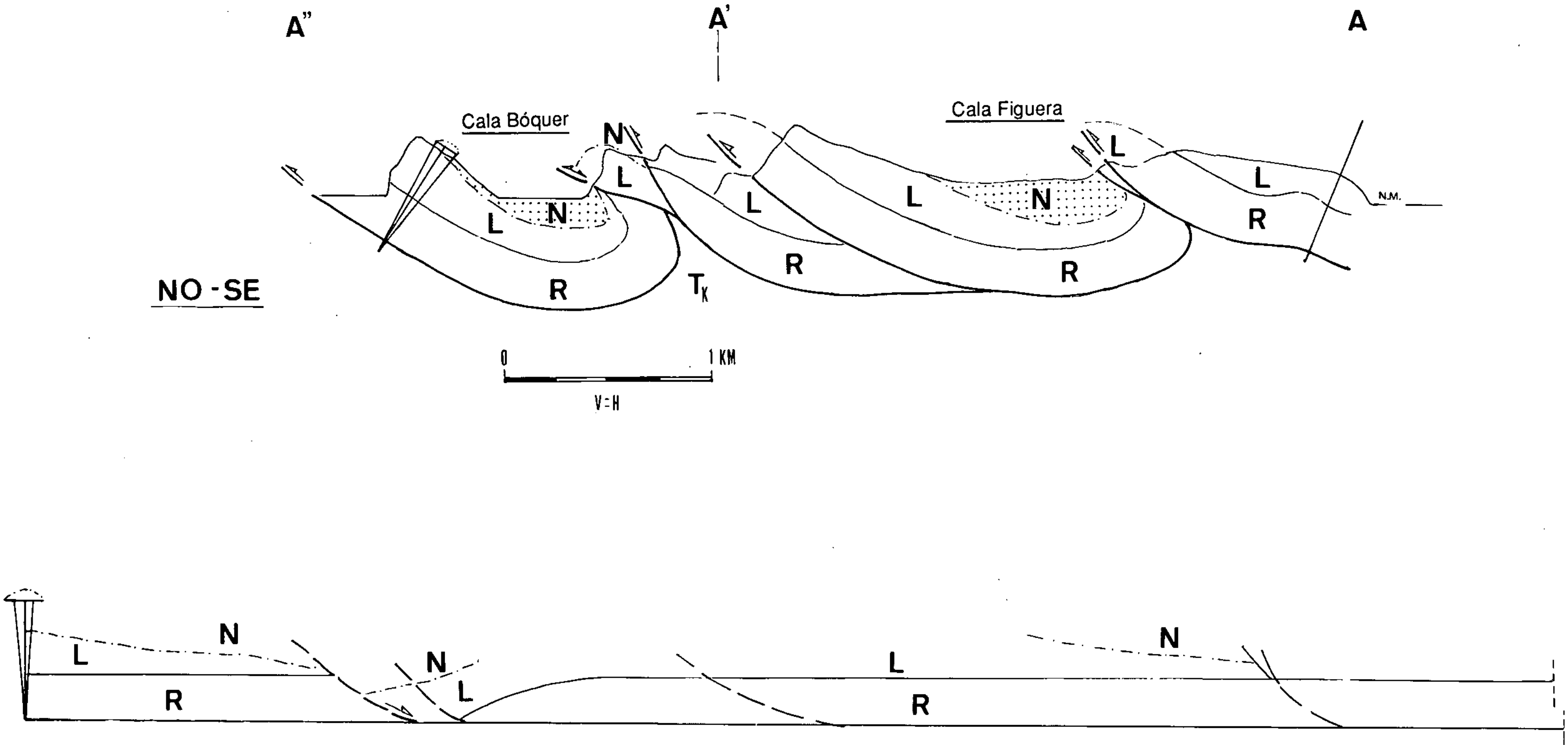


Fig. 3. Tall geològic A-A'-A" a través de la península de Formentor, la situació geogràfica del qual es troba a la Fig.2. Tk, Triàsic superior (fàcies Keuper); R, Triàsic superior (fàcies retiana); L, Liàsic; N, Miocè inferior-mig; nm=nivell de la mar.
Cross-section A-A'-A" through the Formentor peninsula, the situation of which is located in Figure 2. Tk, Upper Triassic (Keuper facies); R, Upper Triassic (Raethian facies); L, Liassic; N, Lower-Middle Miocene; nm= sea level.

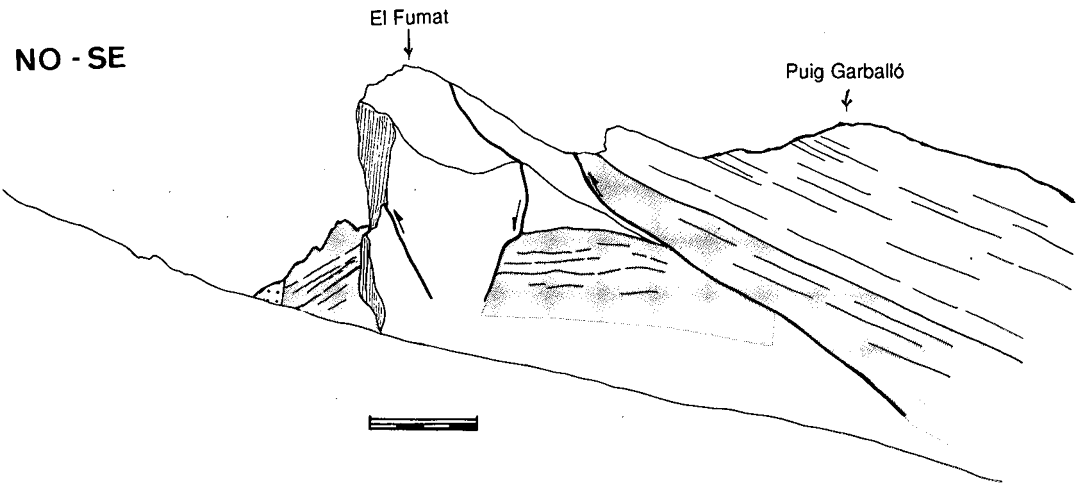


Fig. 4. Estructura geològica de El Fumat i el Puig Garballó. Trama: Triàsic superior (Retià). Blanc: calcàries liàsiques. Puntejat: Miocè inferior-mig. La barra d'escala equival a, aproximadament, 200 metres. *Geological structure of El Fumat and Puig Garballó. Dashed: Upper Triassic (Raethian). White: Liassic limestones. Stippled: Lower-Middle Miocene. Scale bar is roughly 200 meters.*

descriure és el que la traça del qual passa per l'entrada del túnel de Formentor. Les dades microestructurals (Fig.5) indiquen un sentit de transport dels materials cap al NO: el clivatge cabussa cap al SE (130) amb un angle que oscil.la entre 26° i 47°, els plans de cissalla són subhoritzontals i ondulats i les estries que contenen indiquen un sentit de desplaçament del bloc superior cap al NO. Pomar *et al.* (1983) noten un moviment dextre tardà en aquest encavalcament, així com el que passa per Cala Sant Vicenç.

La tercera làmina encavalcant és molt prima i situa calcàries liàsiques, en posició vertical o capgirada, sobre margues i arenisques miocenes.

El següent encavalcament és el que passa pel mirador de Formentor on es pot observar com les dolomies i margues de fàcies Retiana es disposen per sobre de les calcàries massives liàsiques. La traça d'aquest encavalcament està orientada NE-SO, a l'igual que la majoria, i es pot seguir amb facilitat fins al Cap de Catalunya.

La làmina encavalcant de la Penya del Migdia pràcticament només mostra en aflorament les calcàries del Lias, encara que en profunditat hi són presents les dolomies i margues Triàsiques. Aquest encavalcament ha estat afectat en posterioritat per falles normals, i per tant, la seva traça sofreix certes interrupcions

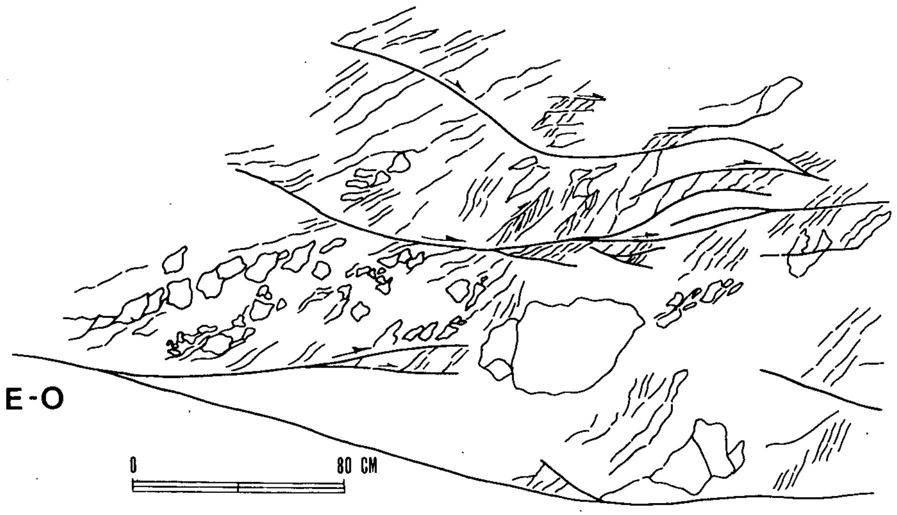


Fig. 5. Detall del clivatge i plans de cissalla relacionats amb l'encavalcament a l'entrada del túnel de Formentor.
Detail of the cleavage and the shear planes related with the Formentor tunnel thrust.

quan s'observa a la cartografia.

L'encavalcament de Cala Bóquer presenta unes característiques especials. Tal com es mostra a les Figs. 6 i 7, s'observa una relació anormal entre les dolomies triàsiques i les calcàries liàsiques just al costat del predi de Bóquer: les calcàries, d'aspecte massiu i subhoritzontals estan situades sobre les dolomies les quals presenten un angle de cabussament fort (70°-80°). A més a més, a n'aquesta àrea els materials del Triàsic, del Liàsic i del Miocè estan plegats en sinclinal, clarament observable a Cala Bóquer (Fig.8). Aquest sinclinal presenta una traça paral•lela a la dels encavalcaments i el flanc oriental està capgirat i probablement aprimat. Per tant, consideram les dolomies fortament inclinades com incloses dins del flanc capgirat del sinclinal. El contacte tectònic entre aquestes dolomies i les calcàries de sobre té un caràcter clarament sustractiu ja que situa materials més joves sobre d'altres de més antics, i per tant ha de ser interpretat com una falla extensional premiocena, ja que els materials miocens no estan involucrats. Al llarg del pla de contacte, s'han observat dos conjunts de microestructures: un clivatge cabussant cap al O o SO associat a estries que indiquen un sentit de moviment del bloc superior cap al ENE, és a dir, coherent amb una extensió; i un segon clivatge que cabussa cap al SE amb unes estries coherents amb els encavalcaments miocens. Per tant, el contacte tectònic descrit correspondria a una falla

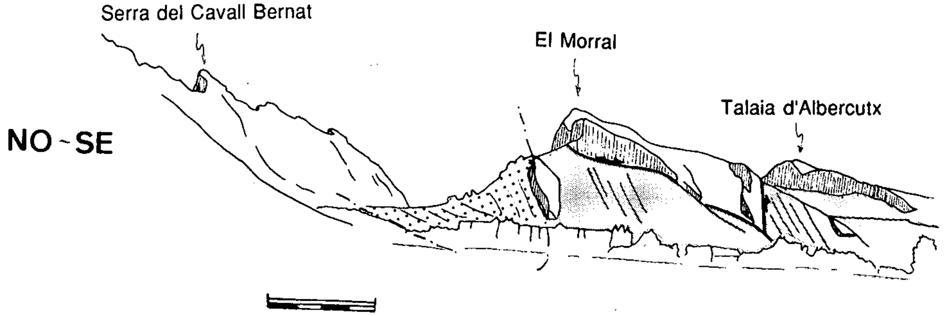


Fig. 6. Panoràmica de la relació anòmala entre el Triàsic superior (fàcies retiana) i les calcàries Liàsiques al predi de Bóquer. Trama: Triàsic superior. Blanc: Lias. Puntejat: Miocè inferior-mig. La barra d'escala equival a, aproximadament, 300 metres.
View of the anomalous relationship in between the Upper Triassic (Raethian facies) and the Liassic limestones at the "predi de Bóquer". Dashed: Upper Triassic. White: Lias. Stippled: Lower-Middle Miocene. Scale bar is roughly 300 meters.

extensional premiocena, rejugada posteriorment com un encavalcament durant la compressió miocena.

L'encavalcament de Cala Sant Vicenç és el més occidental dels estudiats; presenta un sentit de moviment del bloc suprior cap al NE i un component direccional dextre tardà (Pomar et al.1983).

Discussió i conclusions

A partir del tall compensat (Fig.3) es pot calcular que l'escurçament produït per la formació de plecs i encavalcaments és del 39%.

El nivell de desenganxament dels encavalcaments es trobaria a uns 600 metres de profunditat. Aquest nivell no es correspon amb l'encavalcament basal de tota la Serra de Tramuntana sinó que tan sols representa a la part superior de l'edifici orogènic.

Un fet destacable a la zona és l'absència d'afloraments de guixos, argiles i material volcànic que pertanyen al Triàsic superior (fàcies Keuper) i que han estat descrits clàssicament com el nivell de desenganxament dels mantells.

De l'anàlisi de les diferents estructures de l'àrea de Formentor pot concluir-se que l'evolució estructural ve marcada per una estructuració anterior al Miocè (falla extensiva de Cala Bóquer i caràcter discordant del Miocè). Durant tot el Miocè inferior té lloc una compressió NE-SO que dóna lloc a l'emplaçament dels encavalcaments i la inversió d'algunes falles extensives.

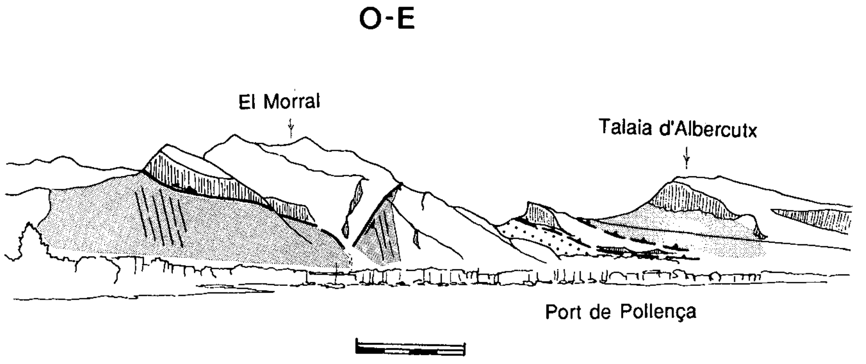


Fig. 6. Panoràmica de l'estructura geològica del sector septentrional de la badia de Pollença. Trama: Triàsic superior. Blanc: Lias. Puntejat: Miocè inferior-mig. La barra d'escala equival a, aproximadament, 400 metres.
View of the geological structure of the northern part of Pollensa Bay. Dashed: Upper Triassic. White: Lias. Stippled: Lower-Middle Miocene. Scale bar is roughly 400 meters.

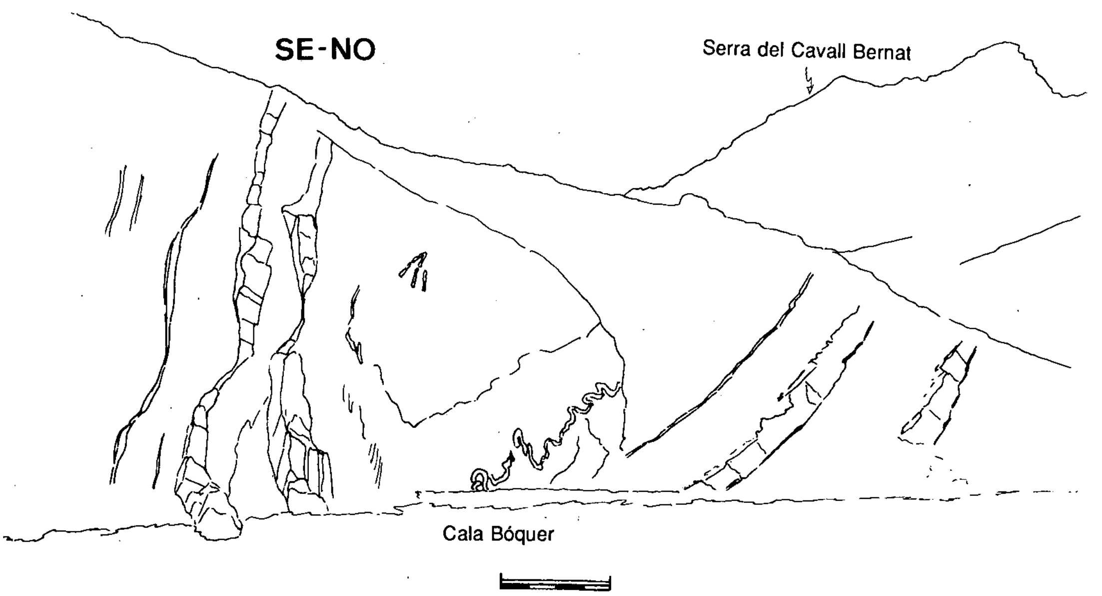


Fig. 7. Sinclinal de turbidites miocenes a Cala Bóquer amb el flanc oriental invertit i aprimat.
Miocene turbidites syncline at Cala Bóquer showing an inverted and thinned eastern limb.

Agraïments

Agraïm a Joan Josep Fornós i a Lluís Pomar, els seus comentaris i suggeriments, els quals han millorat el manuscrit. Aquest treball ha estat finançat pel projecte CICYT GEO89-0426-CO2.

Bibliografia

Alvaro, M. i Del Olmo, P. 1984. Las unidades tectónicas de la Sierra Norte de Mallorca (Islas Baleares). *Com. I Congreso Nac. Geol.*,3: 1-10.

Alvaro,M.1987. La tectónica de cabalgamientos de la Sierra Norte de Mallorca (Islas Baleares). *Bol. Geol. Min.*, 98(5), 622-629.

Chauve, P., Azema, J. i Fourcade, E. 1978.- Place structurale des Baléares dans l'edifice Bétique. *C.R. Ac. Sc. Paris.* 287; (D), 435-438.

Fallot, P 1922. *Etude Géologique de la Sierra de Majorque.* Libr. Polytech. ch. Béranger, 481 pp., Thèse. Paris.

Jamison, W 1987. Geometric analysis of fold development in overthrust terranis. *Journal of Structural Geology,* 9, (2):207-219.

Pomar, L, Rodríguez-Perea, A i Santanach, P. 1983. Rôle des charriages, des failles verticals et des glissementes gravitacionnels dans la estructure de la Serra de Tramuntana de Mallorca (Baléares, Espagne). *C. R. Acd. Sci. Paris,* 297 (sér.2); 607-612.

Rodríguez-Perea, A. 1984. *El Mioceno de la Serra Nord de Mallorca. Estratigrafía, sedimentología e implicaciones estructurales.* Tesis Doctoral. Univ. de Barcelona i Palma de Mallorca. 532 pp.

SUESS. 1888-1909. *Das Antlitz der Erde* (1923-1930): La Faz de la Tierra. Versión Española de Pedro de Novoy F. Chicharro. Imp. R. Velasco. IV tomos. Madrid.